

Quínoa: Un súper alimento para Chile y el mundo



Nº 108 / Noviembre - Diciembre 2015 ISSN 0717-1609 www.inia.cl

Origen e historia del
cultivo de la quínoa en
Chile y el mundo

Programa de mejoramiento
genético de quínoa:
la nueva apuesta de INIA

Representante Legal:

Julio Kalazich B.
Director Nacional INIA

Director:

Luis Opazo R.
Jefe Nacional de
Comunicaciones INIA

Editora:

Andrea Romero G.
Periodista INIA

Editores Científicos

Pedro León L.
Andrés Zurita S.

Comité Técnico:

Iván Matus T.
Subdirector Nacional de I+D INIA

Horacio López T.
Secretario Técnico INIA

**Coordinadores Programas
Nacionales de INIA:**

Carlos Ovalle M.
Christian Hepp K.
Gabriel Sellés V.
Francisco Tapia F.
Fernando Ortega K.

Textos y Fotografías:

Investigadores, Autores y Archivo
Comunicadores de INIA.

Diseño:

Carola Esquivel
Viento Sur Comunicaciones



Noviembre - Diciembre 2015.

Publicación digital del Instituto
de Investigaciones Agropecuarias
(INIA), Ministerio de Agricultura,
Chile.

Dirección: Fidel Oteiza Nº 1956,
Piso 12, Providencia, Santiago.
Fono: +56 2 2 5771000.

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN
TOTAL O PARCIAL SIN LA
AUTORIZACIÓN DEL INIA. LA
MENCIÓN DE PRODUCTOS NO
IMPLICA RECOMENDACIÓN INIA

EDITORIAL



La quínoa representa una oportunidad para poner en práctica nuestros objetivos institucionales. Hace pocos años, este cultivo estaba olvidado y casi en abandono, sólo conservado por la sabiduría ancestral de los pueblos originarios, en una tradición de subsistencia de la Agricultura Familiar.

Junto a pequeñas comunidades agrícolas del norte y la zona centro-sur, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) ha articulado un trabajo inclusivo, con fuerte protagonismo de la mujer, para contar con la primera colección de 203 ecotipos chilenos de quínoa, que se conserva en el Banco Base

de Semillas de INIA en Vicuña. También fueron repatriadas algunas quínoas chilenas.

Después de la recuperación de este patrimonio, estamos avanzando en su mejoramiento genético para lograr variedades que nos permitan proyectarnos en el mercado nacional y mundial, pensando en un desarrollo inclusivo y sustentable para Chile. Por eso, como siempre, este trabajo lo estamos realizando en conjunto con las comunidades, las agricultoras y los agricultores que por años han sembrado este cultivo.

La colaboración está permitiendo definir técnicamente protocolos de cultivo para las distintas zonas del país, pues una de las fortalezas de la genética chilena de la quínoa es que ha logrado sustentabilidad no sólo en el altiplano, sino en el centro-sur, de la mano del pueblo Mapuche.

Aunque persisten tareas pendientes, la quínoa es un producto estratégico, al que las Naciones Unidas dedicó el Año Internacional en 2013 por su relevancia para la seguridad alimentaria del planeta, en un escenario de creciente demanda de alimentos saludables y con el cambio climático y la escasez hídrica como telón de fondo.

Los organismos internacionales, la industria de los alimentos y la medicina han vuelto su mirada a la quínoa, también requerida en las mesas gourmet y por los exigentes consumidores de productos "orgánicos", quienes la han incorporado a sus innovadoras redes de comercialización. Demanda que aumenta cada año, con buenos precios internacionales para un grano por cuya conservación debemos agradecer a los pueblos originarios y su relación ancestral con la naturaleza. Sin duda, un producto que como institución y Ministerio de Agricultura vamos a potenciar y desarrollar.

Julio Kalazich B.
Director Nacional INIA

ÍNDICE



4-9

El rescate de la quínoa en Chile



10-13

Quínoa: un cultivo aliado en la erradicación del hambre



14-17

Origen de la quínoa e historia de su domesticación



18-21

Dinámica de la expansión mundial de la quínoa



22-27

El aporte de comunidades indígenas y locales a la conservación de la quínoa



28-33

INIA: hacia la conformación de una colección nacional de quínoa



34-37

Diversidad genética de la quínoa en Chile



38-41

Programa de Mejoramiento Genético de Quínoa: la nueva apuesta de INIA



42-47

Sequía, frío y salinidad: respuesta de la quínoa al desafío ambiental



48-51

Avances en el manejo agronómico del cultivo de quínoa en Chile



52-55

Procesamiento y manejo de post-cosecha del grano de quínoa



56-61

Diversidad de los cultivos de quínoa en Chile



62-67

Quínoa: oportunidad y desafío para la agricultura familiar campesina en Chile



68-73

¿Es rentable la producción de quínoa en Chile?



74-78

Mercado real y potencial de la quínoa en Chile

Diversidad genética de la quínoa en Chile

Francisco Fuentes

Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
frfuentes@uc.cl

Didier Bazile

Agroecólogo y Geógrafo, Investigador CIRAD, Experto invitado FAO ¹
didier.bazile@fao.org

Enrique Martínez

Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas, La Serena, Chile.
enrique.a.martinez@ceaza.cl



LA DIVERSIDAD DE LA QUÍNOA EN CHILE HA EVOLUCIONADO EN CONJUNTO CON ANTIGUAS CULTURAS ADAPTÁNDOSE A DIVERSOS TIPOS DE SUELO Y CLIMA. PRESENTAMOS LOS DIFERENTES ECOTIPOS, RELACIONES GENÉTICAS Y MODELOS DE DIVERSIDAD GENÉTICA DE LA QUÍNOA EN NUESTRO PAÍS.

La región Andina es considerada el centro de origen más reciente de la quínoa (*Chenopodium quinoa Willd.*). Su diversidad genética distingue claramente a escala continental al menos cinco ecotipos principales: *altiplano* (sur de Perú, norte y centro de Bolivia), valles interandinos (Perú, Ecuador y Colombia), *salares* (zona sur altiplano boliviano, norte de Chile y Argentina), *yungas* (zona húmeda en la vertiente oriental de los Andes en Bolivia) y *costa* (sur de Chile y Argentina), los cuales representan a la vez sub-centros de diversidad genética de la quínoa (Bazile *et al.* 2013).

Esta diversidad en Chile ha evolucionado en conjunto con antiguas culturas a lo largo de la región Andina, adaptándose a diversos tipos de suelos y clima, resultado de largos procesos de selección artificial y natural en su distribución de norte a sur en el país, mediante comercialización y migración de antiguas culturas (Fuentes *et al.* 2012); ejemplo de las cuales en el extremo norte del país son: Aymara, Quechua, Atacameña, Coya y Diaguita. En la zona centro, Picunche y Pehuenche, y en el sur, Mapuche y Huilliche.

LOS ECOTIPOS EN CHILE

En Chile existen dos ecotipos de quínoa, estos son ecotipo de salares y ecotipo de la costa

(Fuentes *et al.* 2009). El ecotipo de salares se encuentra distribuido en las regiones de Tarapacá y Antofagasta. Estos genotipos son tradicionalmente cultivados por comunidades Aymaras en zonas de gran altura (Altiplano), suelos salinos y pluviometría estival. Estos tipos de quínoas se diferencian principalmente por el color de sus semillas, y tamaño de las plantas y panojas. Así, los colores de grano más comunes son rojo (lirio en la lengua aymara), rosado (canche), blanco (janku), amarillo (churi), café (chullpe), rojo oscuro (pandela) y naranja (pera) (Fuentes *et al.* 2012).

Por su parte, en la zona centro y sur de Chile se cultiva la quínoa correspondiente al ecotipo de la costa. Su cultivo es caracterizado por desarrollarse a baja altitud, bajo condiciones de secano entre las regiones del Libertador Bernardo O'Higgins y de Los Lagos.

En la zona centro del país, las semillas y panojas de quínoa son a menudo de color amarillo, y en la zona sur, los granos son de color grisáceo, amarillo y marrón, con color de panoja roja y amarilla.

Estudios recientes han determinado que las diversas prácticas agrícolas en estas zonas han generado un alto nivel de diversidad en la quínoa, encontrándose diferencias en precocidad, niveles de fotoperiodismo y tolerancia al estrés salino, diversidad que ha

sido recientemente correlacionada con estudios genético-moleculares (Fuentes *et al.* 2012).

RELACIONES GENÉTICAS

Diversas investigaciones coinciden en que ambos ecotipos de quínoa tienen su origen en el área sur del altiplano en Bolivia (Bazile *et al.* 2013). Así, estudios usando marcadores genéticos de ADN han demostrado que las poblaciones de quínoa presentes en Chile son más similares a las poblaciones del sur de Bolivia (salares) que a otras quínoas provenientes del resto de la zona Andina. No obstante, existen evidencias moleculares de introducción de genotipos estrechamente emparentados con quínoas de la zona Andina de Perú, en la zona altiplánica de la región de Antofagasta. Pese a ello, la morfología dominante en la mayor parte de las quínoas del extremo norte de Chile corresponde al de quínoa de salares (Fuentes *et al.* 2012).

Es interesante que, usando esta misma aproximación de estudio, se ha descrito que el germoplasma chileno de la costa se presenta mucho más diverso de lo originalmente estimado y reportado hasta la fecha. Asimismo, se ha podido comprobar a nivel molecular indicios de hibridación natural de quínoa con parientes silvestres que coexisten en campos de cultivos (*C. hircinum* Schard.). Esto último

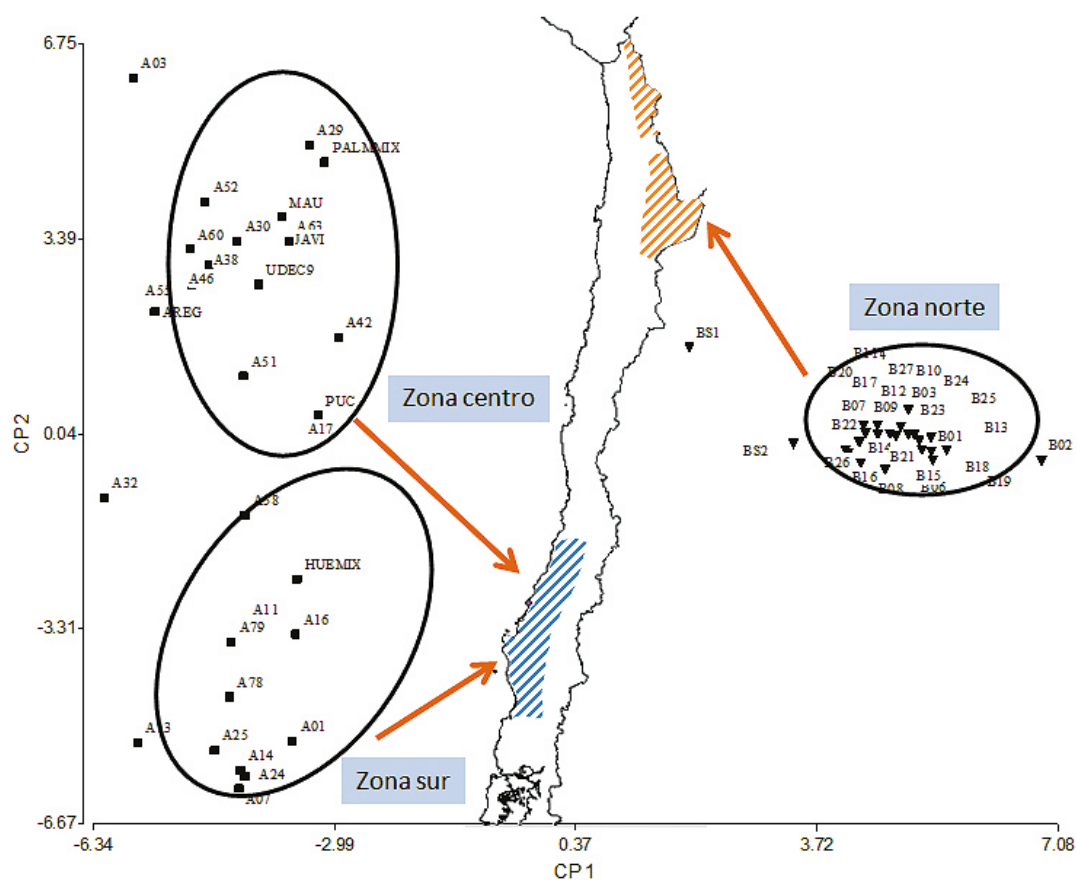


Figura 1. Diversidad genética de quínoa en Chile. Análisis genético de accesiones chilenas de quínoa basado en marcadores moleculares. (Adaptado de Fuentes *et al.* 2009)

podría explicar en alguna medida, la dificultad experimentada por productores de quínoa de la costa en la obtención de nuevos cultivos puros en la zona sur de Chile. Así, quínoas de la costa presentarían un sistema mixto de polinización cruzada y de autopolinización, resultando en un constante intercambio de información genética intra y/o inter-específica (Fuentes *et al.* 2009). Todos estos antecedentes sugieren la existencia de dos sub-reservorios de diversidad genética para el germoplasma de quínoa de la costa, compuestos por

un sub-grupo de la zona centro y otro de la zona sur de Chile (Fuentes *et al.* 2012).

MODELO DE DIVERSIDAD GENÉTICA DE LA QUÍNOA

Estudios recientes han descrito que la diversidad genética de la quínoa a lo largo de su historia podría haber pasado al menos por cuatro eventos de "cuellos de botella" genético, afectando en consecuencia su biodiversidad (Fuentes *et al.* 2012). El primero, y potencialmente más severo de ellos, ocurrió cuando los

dos ancestros diploides de la quínoa (con doble copia de sus genes) sumaron sus genomas para dar origen a nuevas formas tetraploides (cuatro copias de sus genes).

El segundo evento se estima que ocurrió cuando la quínoa fue domesticada a partir de sus ancestros tetraploides silvestres. A partir de esta hipótesis, se sugiere que la quínoa fue domesticada dos veces: una en las alturas de los Andes de Perú y Bolivia; y la segunda en tierras bajas en el sur de Chile (Bazile *et al.* 2013).

El tercero, considerado un cuello



Figura 2. Diversidad de color de semillas y panoja de quínoas (salares) en el altiplano norte de Chile.

de botella de tipo político, pasó hace más de 400 años, durante el período de la conquista española hasta nuestros días, donde el cultivo de la quínoa fue marginado de los procesos productivos debido a su importancia en la sociedad y creencia indígena. Existen abundantes evidencias de que la quínoa en tiempos de la conquista estuvo relegada a tierras marginales (salinas y/o de secano).

Actualmente, un cuarto evento en desarrollo estaría afectando la biodiversidad de la quínoa. Éste se relaciona con la migración de la población rural del Altiplano hacia los grandes centros urbanos, resultando en el abandono progresivo de los campos de cultivo de la quínoa. Este cambio social expone a esta especie a un serio riesgo de erosión genética, particularmente considerando que la diversidad de germoplasma es conservado en su mayoría

en condiciones *in situ*, en zonas donde no ha habido intervención masiva de programas de modernización agrícola (Fuentes *et al.* 2012).

DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES

La gran diversidad genética de la quínoa a lo largo del territorio nacional ha sido resultado de dinámicas estrechamente vinculadas entre diferentes ecosistemas y culturas de estas zonas. Esto determina un rol importante de la quínoa chilena en el contexto mundial, donde su amplia distribución geográfica y ecológica permite augurar su potencial como cultivo y alimento casi en todos los tipos de clima.

A pesar de su gran riqueza genética, fenómenos como la progresiva migración de la población rural de Los Andes hacia centros urbanos, podría reper-

cutir negativamente en la posible pérdida de su diversidad genética (erosión genética provocada por erosión cultural). La divulgación de nuevos antecedentes relacionados con los patrones de diversidad genética de la quínoa establece importantes desafíos para científicos, mejoradores y los propios agricultores, tales como el fortalecimiento de iniciativas que tengan por objetivo aumentar la caracterización de estos recursos a fin de promover su uso y conservación, así como de ampliar y mantener colecciones de germoplasma de quínoa y parientes silvestres en condiciones *in situ* y *ex situ*, para que los productores puedan tener acceso a recuperar sus semillas desde bancos de germoplasma, frente a la potencial pérdida de éstas, ya sea por razones medioambientales y/o humanas que afecten su conservación. 🌱

REFERENCIAS



Artículo: Quínoa: un cultivo aliado en la erradicación del hambre
Autor: Salomón Salcedo
Páginas: 10-13

Referencias del autor:

FAO. (2012). FAOSTAT. Retrieved May 2013, from <http://faostat.fao.org/>
 FAO. (2013). The State of Food and Agriculture 2013 – Food Systems for Better Nutrition. Rome.
 Salcedo, S. (2013, July). F@armletter. Retrieved from World Farmers Organization: http://www.wfo-oma.org/media/k2/attachments/WFO_Farmletter_07_2013.pdf



Artículo: El origen de la quínoa y la historia de su domesticación
Autor: Ángel Mujica
Páginas: 14-17

Referencias del autor:

Heiser, C.B. y Nelson, D.C. 1974. On the origin of the cultivated Chenopods (*Chenopodium*). Genetic 78:503-505. [int/doc/legal/cbd-es](http://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es)



Artículo: Dinámica de la expansión mundial de la quínoa
Autor: Didier Bazile
Páginas: 18-21

Referencias del autor:

Bazile D. *et al.* (Editores), 2014. “Estado del arte de la quínoa en el mundo en 2013”: FAO (Santiago de Chile) y CIRAD, (Montpellier, Francia), 710p.
 Bhargava Atul, Shukla Sudhir & Ohri Deepak (2006). *Chenopodium quinoa* -An Indian perspective. Industrial Crops and Products 23: 73–87.
 CDB (1992) Convenio sobre Diversidad Biológica. <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>
 Jacobsen Sven-Erik (2003): The Worldwide Potential for Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), Food Reviews International, 19 (1-2): 167-177
 Jellen R. and Maughan J., 2013. Quinoa phylogenetic insights based on nuclear and Chloroplast, International Quinoa Research Symposium.
 López-García R. 2007. Quinoa: A traditional Andean crop with new horizons. Cereal Foods World, 52, 88-90.
 National Research Council (NRC), (1989). Lost Crops of the Incas: Little Known Plants of the Andes with Promise for Worldwide Cultivation.
 Risi J. & Galway N. W. 1991. Genotype X Environment Interaction in the Andean grain crop quinoa (*C. quinoa*) in temperate environments. Plant Breeding, 107: 141-147.
 Schlick, G., and D. L. Bubenheim. 1996. Quinoa: Candidate crop for NASA's Controlled Ecological Life Support Systems. In: Janick, J., Eds. Progress in New Crops, ASHS Press: Arlington, USA, pp. 632-640.



Artículo: El aporte de las comunidades indígenas y locales en la conservación de la quínoa
Autores: Didier Bazile, Max Thomet
Páginas: 22-27

Referencias del autor:

Bazile D., Chia E., Hocdé H., Negrete Sepulveda J., Thomet M., Nuñez L., Martínez E.A. 2012. Quinoa heritagen an important resource for tourism experience. Revista geográfica de Valparaíso (46): 3-15.
 Fuentes F., Bazile D., Bhargava A., Martínez E.A. 2012. Implications of farmers' seed exchanges for on-farm conservation of quinoa, as revealed by its genetic diversity in

Chile. *Journal of Agricultural Science*, 150 (6): 702-716.

Louafi S., Bazile D., Noyer J.L. 2013. Conserver et cultiver la diversité génétique agricole : aller au-delà des clivages établis. In: Hainzelin E. (Ed.). *Cultiver la biodiversité pour transformer l'agriculture*. Versailles: Ed. Quae, p. 185-222.

Thomet M., Bazile D. 2013. The role of "curadoras" in the conservation of quinoa varieties in the Mapuche communities in southern Chile. In: Coudel E. (ed.), Devautour H. (ed.), Soulard C. (ed.), Faure G. (ed.), Hubert Bernard (ed.). *Renewing innovation systems in agriculture and food: How to go towards more sustainability?* Wageningen Academic Publishers, p. 174-175.



Artículo: INIA: hacia la conformación de una Colección Nacional de Quínoa

Autores: Pedro León-Lobos, Ana Sandoval, Enrique Veas, Hernán Cortés.

Páginas: 28-33

Referencias del autor:

Bioversity International, FAO, PROINPA, INIAF y FIDA (2013). *Descriptores para quínoa (Chenopodium quinoa Willd.) y sus parientes silvestres*. Bioversity International, Roma, Italia; Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, Italia; Fundación PROINPA, La Paz, Bolivia; Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal, La Paz, Bolivia; Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola, Roma, Italia.

Rojas W, M. Pinto, C. Alanoca, L. Gómez-Pando, P. León-Lobos, A. Alercia, S. Diulgheroff, S. Padulosi y D. Bazile. (2014). Estado de la conservación *ex situ* de los recursos genéticos de quínoa Capítulo. 1.5. BAZILE D. *et al.* (Editores), 2014. Estado del arte de la quínoa en el mundo en 2013: FAO (Santiago de Chile) y CIRAD, (Montpellier, Francia), páginas 65-94.



Artículo: Diversidad genética de la quínoa en Chile

Autores: Francisco Fuentes, Didier Bazile, Enrique Martínez

Páginas: 34-37

Referencias del autor:

Bazile D., Fuentes F. and Mujica A. 2013. Historical perspectives and domestication of quinoa. In: Quinoa: Botany, Production & Uses. A. Bhargava, S. Srivastava (ed). CABI Publisher, Wallingford, UK. ISBN: 9781780642260.

Fuentes F., Bazile D., Bhargava A. and Martínez E. A. 2012. Implications of farmers' seed exchanges for on-farm conservation of quinoa, as revealed by its genetic diversity in Chile. *The Journal of Agricultural Science* 150(6): 702-716.

Fuentes F., Martínez, E. A., Hinrichsen, P. V., Jellen, E. N., & Maughan, P. J. 2009. Assessment of genetic diversity patterns in Chilean quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) germplasm using multiplex fluorescent microsatellite markers. *Conservation Genetics* 10(2): 369-377.



Artículo: Programa de Mejoramiento Genético de Quínoa: la nueva apuesta de INIA

Autor: Christian Alfaro. *Colaboraron en este artículo los investigadores:* Andrés Zurita-Silva, Dalma Castillo, Pedro León-Lobos, Ivette Seguel, Jorge Díaz, Kurt Ruf, Manuel Pinto, Iván Matus.

Páginas: 38-41

Referencias del autor:

Bonifacio A., L. Gómez-Pando, y W. Rojas (2014) *Mejoramiento Genético de la Quínoa y el Desarrollo de Variedades Modernas*. Capítulo 2.5. En: BAZILE D. *et al.*, (Editores), "Estado del arte de la quínoa en el mundo en 2013": FAO (Santiago de Chile) y CIRAD (Montpellier, Francia): pp. 203-226.

Bazile D., D. Bertero y C. Nieto (Eds., 2014). "Estado del arte de la quínoa en el mundo en 2013": FAO (Santiago de Chile) y CIRAD (Montpellier, Francia), 724 pp., (disponible en <http://www.fao.org/3/a-i4042s/index.html>).

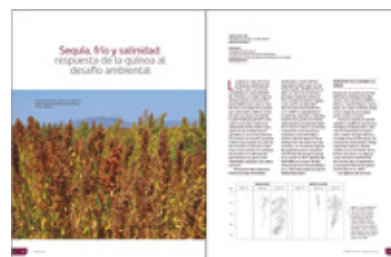
Fuentes, F., P. J. Maughan; E. R. Jellen (2009) *Diversidad genética y recursos genéticos para el mejoramiento de la quínoa, (Chenopodium quinoa Willd.)*. Revista Geográfica de Valparaíso, N° 42, p. 20-33.

Mellado M. 2014. Nociones básicas sobre genética y mejoramiento vegetal y animal. Revisión de antecedentes. Colección de libros INIA N°29, 292 p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación INIA Quilamapu.

Von Baer I., D. Bazile y E. Martínez (2009). Cuarenta años de mejoramiento de quínoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) en La Araucanía: Origen de La Regalona-B. Revista Geográfica de Valparaíso 42: 34-44.

Palomino G., L. T. Hernández, E. D. Torres (2008). Nuclear Genome size and chromosome analysis in *Chenopodium quinoa* and *C. berlandieri* sub sp nuttalliae. *Euphytica* 164:221-230.

Zurita-Silva A., F. Fuentes, P. Zamora, S-E. Jacobsen and A. R. Schwember (2014). *Breeding quinoa (Chenopodium quinoa Willd.): potential and perspectives*. *Molecular Breeding* 34:13-30.



Artículo: Sequía, frío y salinidad: respuesta de la quínoa al desafío ambiental

Autores: Andrés Zurita-Silva, Karina Ruiz

Páginas: 42-47

Referencias del autor:

Álvarez-Flores R. A. (2012). Réponses morphologiques et architecturales du système racinaire au déficit hydrique chez des *Chenopodium* cultivés et sauvages d'Amérique andine. Tesis de Doctorado. Université Montpellier 2, Montpellier, Francia. 114 p.

Biondi S, K. B. Ruiz, E. A. Martínez, A. Zurita-Silva, F. Orsini, F. Antognoni, G. Dinelli, I. Marotti, G. Gianquinto, S. Maldonado, H. Burrieza, D. Bazile, VI Adolf, S-E Jacobsen. Tolerancia a condiciones salinas. Capítulo 2.3. En: BAZILE D. *et al.* (Editores), "Estado del arte de la quínoa en el mundo en 2013": FAO (Santiago de Chile) y CIRAD, (Montpellier, Francia): pp. 167-184.

Jacobsen S., Monteros C. Christiansen J., Bravo L., Corcuera L., & Mujica A. (2005).

Plant responses of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to frost at various phenological stages. *European Journal of Agronomy*, 22 (2), 131–139.

Ruiz-Carrasco K.B., F. Antognoni, A.K. Coulbaly, S. Lizardi, A. Covarrubias, E.A. Martínez, M.A. Molina-Montenegro, S. Biondi y A. Zurita-Silva (2011). Variation in salinity tolerance of four lowland genotypes of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) as assessed by growth, physiological traits, and sodium transporter gene expression. *Plant Physiology and Biochemistry* 49: 1333-1341.

Zurita-Silva A., Jacobsen S-E, Razzaghi F., Álvarez-Flores R., Ruiz K.B., Morales A., Silva H. (2014). Respuestas a la sequía y adaptación de la Quinoa. Capítulo 2.4. En: BAZILE D. *et al.* (Editores), “Estado del arte de la quinoa en el mundo en 2013”: FAO (Santiago de Chile) y CIRAD, (Montpellier, Francia): pp. 185-202.

Zurita-Silva A., F. Fuentes, P. Zamora, S-E Jacobsen, A.R. Schwember (2014). Breeding quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): potential and perspectives. *Molecular Breeding* 34:13-30.



Artículo: Procesamiento y manejo de post-cosecha del grano de quinoa
Autores: Enrique Veas, Hernán Cortes, Pablo Jara
Páginas: 52-55

Referencias del autor:
 FAO. 2001. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro. 350 p.



Artículo: Diversidad de los cultivos de quinoa en Chile
Autores: Didier Bazile, Eduardo Chia, Pablo Olguín
Páginas: 56-61

Referencias del autor:

Bazile D. (ed.), Negrete Sepúlveda J. (ed.). 2009. Quinoa y biodiversidad: ¿cuáles son los desafíos regionales? *Revista Geográfica de Valparaíso* (42): 1-141.

Bazile D., Chia E., Hocdé H. 2012. Le détournement d'instruments de politiques publiques de développement rural au Chili au bénéfice de la production du Quinoa. *Reflète et perspectives de la vie économique* (Tome LI) : 35-56. <http://dx.doi.org/10.3917/rpve.512.0035>.

Bazile D., Martínez E.A., Hocdé H., Chia E. 2012. Primer encuentro nacional de productores de quinoa de Chile: Una experiencia participativa del proyecto internacional IMAS a través de una prospectiva por escenarios usando una metodología de “juego de roles”. *Tierra Adentro* (Chile) (97): 48-54.

Chia E., Hocdé H., Alfonso D., Bazile D., Núñez L., Martínez E. A. 2009. Gouvernance de la biodiversité du quinoa au Chili. Entre logique de marché et logique domestique. In: *Colloque International Localiser les produits: une voie durable au service de la diversité naturelle et culturelle de Sud?*, 9-11 juin 2009, Paris, France. 10 p. http://www.mnhn.fr/colloque/localiserlesproduits/11_Paper_CHIA_E.pdf

Olguín P., 2011. Dinámicas espaciales de los sistemas de producción de quinoa en la región del Libertador Bernardo O'Higgins de Chile, con relación a los factores económicos y del medio ambiente. Memoria para optar al título de geógrafo. PUCV, mayo 2011.



Artículo: ¿Es rentable la producción de quinoa en Chile? Un análisis desde los costos de producción
Autores: Enrique Martínez, Iván Donoso, Eduardo Chia
Páginas: 68-73

Referencias del autor:
 Alfonso-Bécares D., Bazile D. (2009). La quinoa como parte de los sistemas agrícolas en Chile: 3 regiones y 3 sistemas. *Revista Geográfica de Valparaíso* 42:61-72.

Proyecto Innova CORFO 04CR9PAD04. “Cultivo doble propósito de *Chenopodium quinoa* (quinoa) para la región de Coquimbo: modelo de grano para consumo humano y

follaje para ganado caprino” (2005-2008).

Brossier J., Chia E., Marshall E., Petit M. (1998). Gestion de l'exploitation agricole familiale Éléments théoriques et méthodologiques. *Économie rurale* 244 :59-60.

Martínez E.A., Veas E., Jorquera C., San Martín R., Jara P. (2009) Re-introduction of *Chenopodium quinoa* Willd. into arid Chile: cultivation of two lowland races under extremely low irrigation. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 195:1-10.

Martínez, E.A., Jorquera-Jaramillo C., Veas E., Chia E. (2009). El futuro de la quinoa en la región árida de Coquimbo: lecciones y escenarios a partir de una investigación sobre su biodiversidad en Chile para la acción con agricultores locales. *Revista Geográfica de Valparaíso* 42:95-111.


Martínez E.A., Olguín P. (2013). Transparency from production to consumption: new challenges for the quinoa market chain. En: *Quinoa: Botany, Production and Uses* (A. Bhargava, Ed.) CABI Publishing, CAB International. Oxfordshire, UK. Pp.234-239.



Artículo: Mercado real y potencial de la quinoa en Chile
Autores: Rodrigo Pizarro, Enrique Martínez
Páginas: 74-78

Referencias del autor:
 Alfonso-Bécares D., Bazile D. (2009) La Quinoa como parte de los sistemas agrícolas en Chile: 3 regiones y 3 sistemas. *Revista Geográfica de Valparaíso* 42:61-72.

Bazile D., Baudron F. (2014). Dinámica de su expansión mundial del cultivo de la quinoa respecto a su alta biodiversidad. Capítulo Número 1.4. En: Bazile D. *et al.* (Editores), “Estado del arte de la quinoa en el mundo en 2013”: FAO (Santiago de Chile) y CIRAD (Montpellier, Francia): pp. 49-64.

Vega-Gálvez A., Miranda M., Vergara J., Uribe E., Puente L., Martínez E.A. (2010) Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), an ancient andean grain: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 90: 2541-2547. 

Accesión: Se denomina así a la muestra viva de una planta o población mantenida en un banco de germoplasma para su conservación y/o uso. Una especie puede estar representada por varias accesiones que se diferencian por la población a la que pertenecen y/o por la temporada de colecta.

Agricultura Orgánica: Modo de producción agrícola que no usa agrotóxicos de síntesis química artificial (pesticidas, herbicidas) dañinos al medio ambiente o al ser humano.

Alelo: Una, dos o más formas alternas de un gen que ocupan el mismo locus en un cromosoma.

Aminoácidos esenciales: Aquellas partes de las proteínas que el ser humano no puede fabricar a partir de otros alimentos y debe ingerirlas obligatoriamente en su dieta. Son ocho en total.

Amortización: Reducción de una deuda, producida por la compra de un bien de capital, mediante el pago mensual de cuotas.

Andro-esterilidad: Incapacidad de las plantas para producir anteras, polen o gametos masculinos funcionales.

Auto-incompatibilidad: Incapacidad de una planta hermafrodita para auto-fecundarse.

Autopolinización: Transporte del polen de la antera al estigma de la misma flor o flores del mismo individuo.

Biodiversidad agrícola o agro-biodiversidad: Considera todos los grupos vegetales y animales en agricultura, como sus parientes silvestres, especies de origen y especies que interactúan con ellas, como son los polinizadores, plagas, predadores, y toda la gama de medios donde se desarrolla la agricultura, y no sólo los espacios con tierras arables y parcelas cultivadas. Así, ella contiene toda la variedad y la variabilidad de los seres vivos que contri-

buyen a los alimentos y a la agricultura en general. La agro-biodiversidad incluye los genes, las poblaciones, las especies, las comunidades, los ecosistemas, y los componentes del paisaje, pero también las interacciones humanas con ellos; incluyendo hábitats y especies que están fuera de los sistemas agrícolas y que van a beneficiar a la actividad agrícola y mejorar las funciones del ecosistema cultivado.

Cañihuaco (Del Qechua): Harina tostada de cañihua.

Caracterización: El registro de caracteres altamente heredables que pueden ser fácilmente observados y expresados en todos los ambientes.

Chaquitaklla (Del Qechua): Herramienta manual para labranza del suelo.

Compuestos fenólicos: Son compuestos orgánicos de tipo secundario del metabolismo vegetal, y múltiples roles tales como productos de defensa ante herbívoros y patógenos, atraen polinizadores o dispersores de frutos, algunos absorben la radiación ultravioleta, o actúan como agentes alelopáticos.

Conductividad eléctrica (EC): la salinidad del suelo es medida por su conductividad eléctrica (electrical conductivity). La unidad estándar de medida de EC es deciSiemen/metro (dS/m).

Cosmopolita: En biogeografía, el término cosmopolita se aplica a especies que se encuentran distribuidas en todo el mundo, a manera general, pero que requieren de condiciones locales que les son comunes para las áreas en donde ocurren tales especies.

Defoliación: Caída de las hojas de las plantas.

Desaponificado: Eliminación mecánica de la cáscara de la semilla de quínoa, que contiene un producto jabonoso al contacto con el agua y amargo.

Diversidad genética: Toda la variabilidad hereditaria que existe dentro o entre poblaciones o especies, que se origina, favorece o mantiene por fuerzas evolutivas. Corresponde a toda la diversidad de alelos dentro de genes y genes como tal.

Domesticación: Conjunto de actividades dirigidas a incorporar una planta silvestre al acervo de plantas para el uso y consumo humano. Incluye el sistema de reproducción de la especie, los sistemas de cruzamiento y el manejo agrícola, y que pueden culminar con la especie domesticada dependiendo enteramente del ser humano para su propagación y perdiendo la capacidad de sobrevivir en la naturaleza.

Economías de escala: Reducción de costos de insumos (expresados en precios por kilo o por litro), por aumento de los volúmenes de compra de los mismos insumos, ligados a mayores niveles de producción.

Ecotipo: Población o raza local de una especie que presenta características botánicas distintivas, las cuales surgen de la interacción entre el genotipo y las características ecológicas del ambiente local.

Escarificación: Remoción de la cubierta externa de la semilla por efecto abrasivo.

Especies reactivas de oxígeno (ROS, Reactive Oxygen Species): son moléculas altamente reactivas, y se forman de manera natural como subproducto del metabolismo, con roles en la señalización celular e incluyen iones de oxígeno, radicales libres y peróxidos. En estrés sus niveles pueden aumentar, resultando en daños significativos a las estructuras celulares (estrés oxidativo).

Estomas: son grupos de dos o más células epidérmicas, cuya función es regular el intercambio gaseoso y la transpiración en las hojas de la planta. Comunican el ambiente gaseoso del interior de

la planta con el del exterior, y pueden abrirse o cerrarse según las condiciones de la planta.

Fenotipo: Características observables de un individuo, resultantes de la expresión del genotipo en función de un determinado ambiente en que se desarrolla.

Fotosíntesis: Proceso que realizan plantas y otros organismos, de conversión de materia inorgánica (CO₂, H₂O) en materia orgánica (carbohidratos) gracias a la energía que aporta la luz.

Género: Categoría que reúne a especies afines, con características y origen común.

Genotipo: Constitución genética, latente o expresada de un organismo. Representa la suma de todos los genes presentes en un individuo.

Germoplasma: Conjunto de genes que se transmite a la descendencia. Constituye un patrimonio genético estratégico para generar nuevos productos.

Glucósidos: Compuestos que poseen algunas plantas y son nocivos para la salud.

Gluten: Conjunto de proteínas presentes en las harinas de los cereales.

Hibridación: Cruzamiento de dos individuos de la misma especie, o variedad genotípicamente desiguales.

Marcador molecular: Secuencias de ADN que marcan posiciones específicas en el genoma y que pueden determinar, según su naturaleza, la expresión de proteínas, caracteres morfológicos o segmentos específicos de ADN.

Metapoblación: Conjunto de poblaciones discretas de una misma especie, separadas espacialmente y vinculadas por un cierto grado de migración y, sujetas a procesos de extinción y colonización.

Panoja: Conjunto de flores, simples o

compuestas, con un eje más o menos alargado, que lleva ramificaciones donde se insertan las flores pediceladas.

Pedicelo: Es el tallo que sostiene una sola flor y que la une a la planta.

Polinización Cruzada: Transporte de polen de la antera de un individuo al estigma de la flor de otro individuo de una misma especie de planta.

Postcosecha: Intervalo entre la cosecha y el consumo del cultivo. Se realizan procesos dirigidos a mantener la calidad del producto agrícola, incluyendo su procesamiento, manejo, almacenamiento, conservación, empaque y transporte. Como su nombre lo indica, posteriormente al periodo de cosecha.

Recursos genéticos: Todas las plantas, animales o microorganismos de valor de uso real o potencial para el ser humano.

Regeneración: Cultivo de accesiones de semillas con el fin de refrescar la muestra, para así obtener semillas en gran cantidad y alta calidad.

Revolución verde: Proceso de modernización de las prácticas agrícolas iniciado en la década del '40 en México. Fue impulsado por el Dr. Norman E. Borlaug, científico estadounidense, preocupado por las recurrentes hambrunas y falta de alimentos en los países subdesarrollados. Dado su éxito en incrementar la producción agrícola, las tecnologías desarrolladas en la Revolución Verde se ampliaron a escala mundial, principalmente en la década de los 50 y 60, asociándose con el aumento de la mecanización y del uso de químicos. Resultando un incremento significativo en rendimiento y cantidad de calorías por hectárea cultivada.

Saponina: Grupo de glucósidos triterpenoides solubles en agua. Poseen la capacidad de bajar la tensión superficial generando espuma abundante.

Sistemas de producción agrícola: Se definen como el conjunto de insumos, técnicas, mano de obra, tenencia de la tierra y organización de la población para producir uno o más productos agrícolas y pecuarios. Estos sistemas, complejos y dinámicos, están fuertemente influenciados por el medio rural externo, incluyendo mercado, infraestructura y programas, por lo que facilitan la evaluación ex ante de inversiones y políticas concernientes con la población rural

Tetraploide: Presencia de cuatro juegos de cromosomas en el núcleo.

Tocoferol: Compuesto orgánico conocido como Vitamina E, del cual el gamma-tocoferol es una de las formas más comunes en los alimentos. Los tocoferoles tienen propiedades antioxidantes.

Vacuola: Son compartimentos que se encuentran en las células vegetales, rodeadas de una membrana (tonoplasto o membrana vacuolar) y llenas de jugo celular.

Valor FOB: Valor del producto exportado puesto a bordo del medio de embarque (del inglés: Freight On Board, cargado a bordo).

Variabilidad genética: Variación en el material genético de una población o especie, y muy necesaria para realizar mejoramiento genético de un cultivo.

Varietal tradicional (landrace en inglés): Población dinámica de una planta cultivada, con origen histórico, características distintivas, y que no es producto de un proceso formal de mejoramiento genético, siendo normalmente genéticamente diversa, localmente adaptada y está asociada a un sistema tradicional de cultivo.

Xilema: Tejido leñoso de plantas que conduce agua y sales inorgánicas en forma ascendente por toda la planta y proporciona soporte mecánico. 